

BAB II

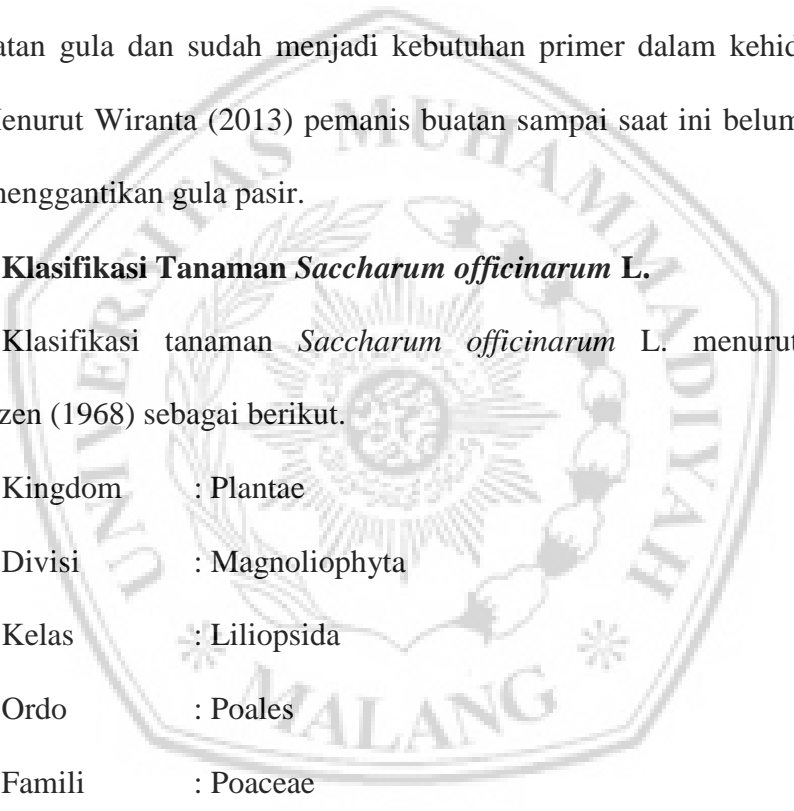
KAJIAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang mulai dari pangkal batang sampai ujung batang mengandung gula. Tanaman *S. officinarum* L. menjadi satu komoditas penting untuk dijadikan bahan utama pembuatan gula dan sudah menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Wiranta (2013) pemanis buatan sampai saat ini belum sepenuhnya dapat menggantikan gula pasir.

2.1.1 Klasifikasi Tanaman *Saccharum officinarum* L.

Klasifikasi tanaman *Saccharum officinarum* L. menurut Backer & Bakhuizen (1968) sebagai berikut.



Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Species	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

2.1.2 Morfologi Tanaman *Saccharum officinarum* L.

Tanaman *Saccharum officinarum* L. dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah. Morfologi tanaman *S. officinarum* L. menurut Indrawanto (2010), yaitu akar serabut yang tumbuh dari cincin tunas

anakan. Batang berasal dari mata tunas yang berada dibawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun. Batang tanaman berdiri lurus dan beruas-ruas yang dibatasi oleh buku-buku. Diameter batang antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 m dan tidak bercabang.

Daun berbentuk busur panah seperti pita, berseling kanan dan kiri, berpelepah seperti daun jagung dan tidak bertangkai. Tulang daun sejajar, ditengah berlekuk. Tepi daun kadang-kadang bergelombang serta berbulu keras. Bunga berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm. Terdapat benangsari, dua kepala putik dan bakal biji. Buah seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga 1/3 panjang biji (Indrawanto, 2010).

2.1.3 Habitat Tanaman *Saccharum officinarum* L.

Tanaman *Saccharum officinarum* L. termasuk jenis tanaman perdu dalam golongan rumput-rumputan (Muljana, 2006). Tanaman ini tumbuh baik di daerah tropika dan sub tropika yaitu antara 19°LU-35°LS. Tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti tanah alluvial, grumosol, latosol, dan regusol (Kiswanto & Wijayanto, 2014). Tanah yang cocok untuk jenis tanaman perdu di daerah dataran yang tingginya kurang dari 500 mdpl dengan curah hujan tidak kurang dari 2000 mm per tahunnya. Iklim yang bergantian antara kemarau dan penghujan. Untuk daerah sekitar khatulistiwa tanaman tebu sangat tepat (Muljana, 2006). Dibudidayakan banyak di Jawa sebagai tanaman kebun ditanaman untuk keperluan rumah tangga, tanaman skala kecil untuk tujuan komersil. Tanaman yang dibudidayakan dimana perbungaan tidak mencapai tahap berbunga (Backer & Bakhuizen, 1968)

2.1.4 Manfaat Tanaman *Saccharum officinarum* L.

Tanaman *S. officinarum* L. sebagai tanaman sumber penghasil gula yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Wiranta (2013) manfaat gula pasir sebagai sumber kalori bagi masyarakat. Peranan gula saat ini digunakan dalam skala rumah tangga, industri makanan dan minuman. Pemanis buatan sampai saat ini belum sepenuhnya dapat menggantikan gula pasir. Menurut Misran (2005) hasil samping dari produksi gula adalah tetes tebu yang sudah lama dimanfaatkan untuk pembuatan ethanol dan bahan pembuatan *monosodium glutamate* (MSG), atau ampas tebu yang dimanfaatkan untuk makanan ternak, *pulp*, bahan baku pembuatan pupuk, *particle board* dan untuk bahan bakar *boiler* di pabrik gula.

2.1.5 Penyakit Pokahbung Tanaman *Saccharum officinarum* L.

Budidaya tanaman *Saccharum officinarum* L. tidak terlepas dari berbagai ancaman penyakit dan hama. Menurut Ahmad *et al.* (2016) salah satu penyebab penurunan produksi gula, karena adanya serangan penyakit serta kurangnya sosialisasi kepada para petani, sebab serangan hama yang terjadi pada tebu masa kini sangat buruk, dan dapat mengurangi kualitas kadar air gula pada tanaman tebu tersebut. Rata-rata penurunan produksi gula karena serangan penyakit diperkirakan sekitar 10% (Wahyuni *et al.*, 2016).

Beberapa penyakit pada tanaman *S. officinarum* L. dapat ditimbulkan oleh kapang, bakteri dan virus. Salah satu penyakit tanaman *S. officinarum* L. adalah pokahbung. Dari beberapa penyakit pada tanaman *S. officinarum* L. peneliti memilih penyakit pokahbung. Panglipur (2013) mengemukakan bahwa penyakit

pokahbung merupakan penyakit penting untuk diteliti karena menyebabkan perubahan bentuk atau kerusakan tunas. Bolle (1927) adalah orang yang pertama kali mengisolasi dan menginokulasi patogen pokahbung di Jawa dan menemukan bahwa penyakit ini disebabkan oleh *Fusarium moniliforme* S. (Departemen Pertanian, 1983).

Oleh Bolle dibedakan adanya berbagai tingkatan dari penyakit pokahbung pada tanaman tebu. Pada stadium 1 gejala terdapat pada helaian yang baru membuka, pangkalnya akan mengalami khlorosa yang berat dan terdapat titik-titik atau garis-garis merah. Kalau serangan lebih mendalam, daun-daun yang belum membuka juga terserang menjadi rusak dan tidak dapat membuka dengan baik. Pada stadium 2 serangan terdapat pada ujung batang yang masih muda, terjadi garis-garis merah kecoklatan yang dapat meluas menjadi rongga yang dalam. Jika ujung batang tumbuh terus, akan terjadi hambatan pertumbuhan dan batang menjadi bengkok (Departemen Pertanian, 1983).

Pada stadium 3 kapang menyerang titik tumbuh dan menyebabkan terjadinya pembusukan yang disertai dengan timbulnya bau yang sangat tidak sedap, menyebabkan matinya tanaman (Departemen Pertanian, 1983).



Gambar 2.1 Tanaman Tebu yang Terjangkit Penyakit Pokahbung

Gambar di atas ini merupakan tanaman tebu yang terjangkit penyakit pokahbung.

2.2 Kapang Penyebab Penyakit Pokahbung

2.2.1 Klasifikasi *Fusarium moniliforme* S.

Penyakit pokahbung dari beberapa literatur yang didapat disebabkan oleh kapang dengan spesies bernama *Fusarium moniliforme* S. Pernyataan ini diperkuat oleh Departemen Pertanian (1983), *Fusarium moniliforme* S. adalah kapang yang menyebabkan penyakit pokahbung. Klasifikasi kapang *Fusarium moniliformae* S. menurut Alexopoulos dan Mims (1979), adalah sebagai berikut.

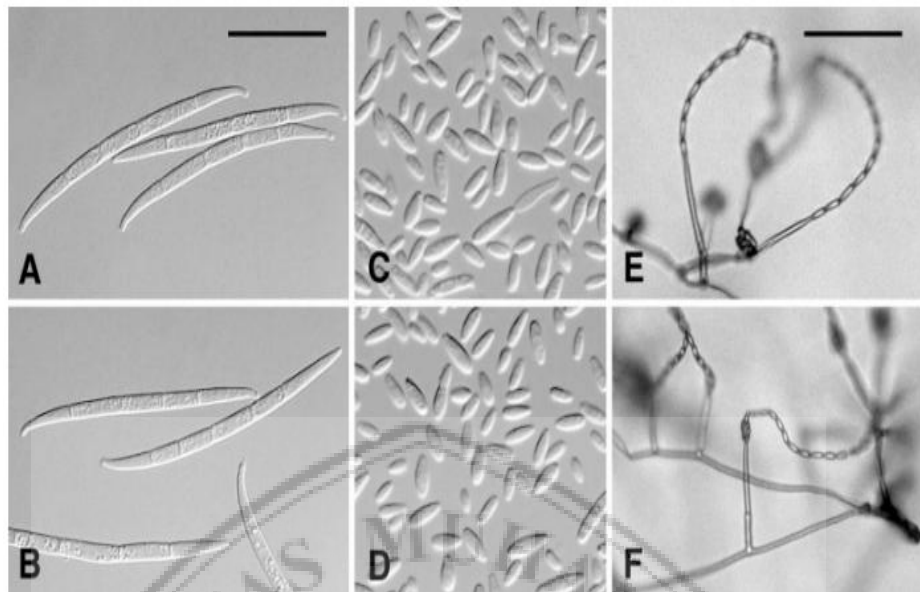
Kingdom	: Fungi
Divisi	: Eumycota
Kelas	: Deutromycetes
Ordo	: Moniliales

Famili : Tuberculariaceae
Genus : Fusarium
Spesies : *Fusarium moniliforme* S.

2.2.2 Morfologi *Fusarium moniliforme* S.

Menurut Sutejo *et al.*, (2008), *Fusarium moniliforme* S. atau pada beberapa pustaka dikenal dengan nama *Fusarium verticilliodes*. Morfologi koloni *Fusarium moniliforme* pada medium PDA (*Potato Dextrosa Agar*) yaitu memiliki warna miselium putih serta memiliki pertumbuhan yang cepat dan sering berubah menjadi warna merah sampai ungu, tampak bertepung karena terbentuknya mikrokonidium. Mikrokonidium terbentuk dalam struktur rantai, biasanya bersel satu, kadang-kadang bersel dua. Makrokonidium juga terbentuk, kadang jarang ditemukan.

Klamidospora tidak dibentuk, baik pada miselium maupun pada konidium. Seringkali miselium berbentuk bulat tidak teratur berwarna biru tua. Konidiofor *Fusarium moniliforme* S. merupakan monofialid yang bercabang atau tidak bercabang. Sporodokium kadang terbentuk atau tidak terbentuk, ketika terbentuk, koloninya berwarna coklat kekuning-kuningan sampai oranye. Sklerotium mungkin berkembang dan biasanya berwarna biru gelap (Sutejo *et al.*, 2008).



Gambar 2.2 *Fusarium moniliforme* S.
A-B: Makrokonidia; **C-D:** Mikrokonidia; **E-F:** Mikrokonidia *in vitro* pad media CLA. A-D= 25 skala batang = 25 μ m; E-F, skala batang = 50 μ m
 (Sumber Leslie & Summerell, 2007)

2.2.3 Habitat *Fusarium moniliformae* S.

Fusarium moniliforme S. banyak terdapat di daerah tropis dan subtropis, serta dapat diisolasi dari tebu, jagung, beras, pisang, asparagus, dan kapas. Spesies ini memiliki suhu pertumbuhan optimum 22,5°-35°C, dan suhu maksimum 37,5°C. Spesies ini dapat tumbuh dalam lingkungan anaerob dan toleran terhadap kadar NaCl lebih dari 15% dalam medium (Ganjar, 2000).

2.2.4 Enzim *Fusarium moniliformae* S.

Fusarium moniliforme S. dapat memproduksi enzim *pectin metal esterase*, *poligalakturonase* dan enzim penghancur lainnya pada kultur aseptik. Enzim-enzim tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel dan menyebabkan gangguan pertumbuhan (Yunus, 2000). Kandungan mikotoksin pada spesies ini

menyebabkan keratitis pada manusia, dan bersifat racun pada hewan yang diberikan pakan yang telah terkontaminasi (Gandjar, 2000).

2.2.5 Peranan Kapang di Lingkungan

Fusarium sp. merupakan kapang yang mampu hidup dalam berbagai ekosistem, termasuk tanah dan perakaran tanaman, serta tersebar luas di berbagai belahan dunia. Kapang ini juga memiliki pengaruh penting terhadap kehidupan manusia, karena berperan sebagai patogen pada tanaman maupun manusia, dan menghasilkan toksin (Sutrisni & Widodo, 2012).

Fusarium sp. merupakan salah satu genus kapang yang menimbulkan penyakit pada banyak tanaman (Sutejo *et al.*, 2008). Beberapa spesies kapang seperti *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme* S., *Alternaria padwickii*, dan *Pyricularia oryzae*. *Fusarium sp.* dapat menghasilkan mikotoksin dalam biji-bijian yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan. *Fusarium sp.* juga dapat menyebabkan penyakit layu pada tanaman dan bersifat sistemik (Waruwu *et al.*, 2016).

2.3 Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.)

Jintan hitam (*Nigella sativa* L.) telah digunakan selama ribuan tahun sebagai rempah-rempah dan pengawet makanan, serta obat herbal. Secara tradisional, ada keyakinan dalam Islam bahwa *Nigella sativa* L. adalah obat untuk semua penyakit, tetapi tidak dapat mencegah penuaan atau kematian. Menurut Ahmad *et al.*, (2013) ekstrak *Nigella sativa* L. memiliki spektrum yang luas dari aktivitas farmakologi diantaranya imunopotensiasi dan antihistamin, antidiabetes, anti-hipertensi, anti-inflamasi, aktivitas antimikroba dan antifungi.

2.3.1 Klasifikasi *Nigella sativa* L.

Klasifikasi *Nigella sativa* L. menurut Backer & Bakhuizen (1963) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Ranunculales
Famili	: Ranunculaceae
Genus	: <i>Nigella</i>
Spesies	: <i>Nigella sativa</i> L.

2.3.2 Morfologi *Nigella sativa* L.

Tanaman *Nigella sativa* L. dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah. Menurut Sultana *et al.*, (2015) morfologi tumbuhan *Nigella sativa* L. yaitu akar tunggal berwarna coklat. Berbatang tegak, berkayu dan berbentuk bulat menusuk dengan ketinggian 20-90cm. Daun bercabang halus. Bunga actinormorphic, biasanya soliter, sepal berjumlah 5, kelopak berwarna biru atau kuning 5-8 helai (Backer & Bakhuizen, 1963).

Bijinya kecil dikotiledon, trigonal, bersudut angular (bersiku-siku) 2-3, tubercular (berbentuk bonggol), tersusun dalam dua baris (Backer & Bakhuizen, 1963), hitam di luar dan putih di dalam, bau sedikit aromatik dan rasanya pahit (Sultana *et al.*, 2015). Berikut ini adalah gambar dari tanaman jintan hitam dan bijinya.



Gambar 2.3 Bunga *Nigella arvensis* L.
(Sumber: Sultana *et al.*, 2015)



Gambar 2.4 Biji *Nigella arvensis* L.

2.3.3 Habitat *Nigella arvensis* L.

Suku *Ranunculaceae* meliputi sekitar 1.200 jenis yang terbagi dalam 30 marga, kebanyakan menghuni daerah iklim sedang sampai daerah iklim dingin (Tjitrosoepomo, 1993). *Nigella arvensis* L. adalah tanaman asli Eropa Selatan, di Jawa dapat ditanam di atas ketinggian 1.200 mdpl sebagai tanaman kebun (Backer & Bakhuizen, 1963).

2.3.4 Kandungan Kimia *Nigella sativa* L.

Kandungan kimia dari suku *Ranunculaceae* kebanyakan anggotanya mengandung alkaloid yang berguna dalam obat-obatan (Tjitrosoepomo, 1993). Komponen aktif yang paling penting adalah *thymoquinone* (30%-48%), *thymohydroquinone*, *dithymoquinone*, *p-cymene* (7%-15%), *carvacrol* (6%-12%), 4-terpineol (2%-7%), t-anethol (1%-4%), sesquiterpene longifolene (1%-8%) α -pinene dan *thymol* dll. Biji mengandung dua jenis alkaloid yang berbeda, misalnya alkaloid isoquinoline misalnya *nigellimine* dan *nigellimine* N-oxide, dan alkaloid pirazol atau alkaloid bantalan cincin indazole yang termasuk *nigellidine* dan *nigellis* (Sultana *et al.*, 2015).

Nigella sativa L. juga mengandung protein (26,7%), lemak (28,5%), karbohidrat (24,9%), serat kasar (8,4%) dan total abu (4,8%), vitamin dan mineral seperti Cu, P, Zn dan Fe dll. Minyak lemak kaya asam lemak tak jenuh, terutama asam linoleat (50-60%), asam oleat (20%), asam eicodadienoic (3%) dan asam dihomolinoleat (10%). Asam lemak jenuh (palmitat, asam stearat) berjumlah sekitar 30% atau kurang (Sultana *et al.*, 2015).

Dari beberapa literatur yang didapat komponen kandungan kimia ekstrak biji jintan hitam yang memiliki efek antifungi adalah *thymoquinone*, *carvacrol*, dan *thymol*. Mekanisme penghambatan oleh *thymoquinone* adalah dengan menghambat perkecambahan konidia (Al Jabre *et al.*, 2009). Mekanisme penghambatan oleh *carvacrol* adalah melalui penghambatan membran sel dan penghambatan perkecambahan dari konidia. Mekanisme penghambatan oleh

tymol melalui penghambatan biosintesis ergosterol (komponen dari dinding sel) (Pinto *et al.*, 2006).

2.4 Fungisida

Secara bahasa, fungisida berasal dari gabungan dua kata dalam bahasa Yunani, yakni *fungus* yang berarti jamur dan *caedo* yang berarti membunuh (Budiyanto, 2018). Fungisida secara khusus dibuat dan digunakan untuk mengendalikan, membunuh, menghambat atau mencegah kapang patogen penyebab penyakit kapang pada benih, bibit, batang, akar, daun, bunga dan buah penyebab penyakit pada tanaman (Sudarmo, 1991).

2.4.1 Jenis-jenis Fungisida

Jenis-jenis fungisida menurut Sastrosuwignyo (1984) didasarkan kepada bahan yang digunakan, cara kerja terhadap kapang dan cara penggunaan umum. Berdasarkan bahan yang digunakan terdapat dua fungisida yaitu berbahan sintetis dan nabati. Fungisida sintetis adalah fungisida yang dibuat dari bahan-bahan kimia sintetis. Fungisida sintetis memiliki efek negatif dan berbahaya bagi manusia, hewan dan lingkungan, terlebih jika digunakan dalam jangka panjang. Fungisida yang populer digunakan di Indonesia antara lain adalah Manzate-200 (mankozebe), Benlate (benomil), Benlate T-20 (benomil+tiram), Daconil (klorotalonil), Dithane M-45 (mankozebe), Ridomil (metalaksil) dan Topsin-M (metil tiofanat) (Sumardiyono, 2008).

Fungisida nabati adalah fungisida yang terbuat dari bahan-bahan alami yang banyak tersedia di alam. Fungisida ini relatif lebih aman digunakan karena tidak mengandung bahan kimia berbahaya (Sumardiyono, 2008). Pestisida nabati

dapat berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh dan bentuk lainnya (Budiyanto, 2018).

Berdasarkan cara kerjanya dalam tanaman, fungisida dibagi menjadi fungisida kontak dan sistemik. Fungisida kontak bekerja dengan cara melindungi tanaman dari serangan patogen pada tempat aplikasi. Fungisida jenis ini tidak dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Sebaliknya, fungisida sistemik bekerja sampai jauh dari tempat aplikasi dan dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Fungisida ini terserap oleh jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Fungisida sistemik bekerja bersama dengan proses metabolisme. Fungisida sistemik hanya bekerja pada satu tempat dari bagian sel jamur sehingga disebut mempunyai cara kerja spesifik (Sumardiyono, 2008).

Berdasarkan cara penggunaan fungisida diklasifikasikan ke dalam pelindung benih, fungisida tanah, pelindung daun dan kuncup bunga, pelindung buah, pemberantas, penutup luka pohon dan antibiotika (Sastrosuwignyo, 1984).

2.4.2 Peranan Fungisida dalam Budidaya Tanaman

Peranan fungisida adalah sebagai bahan untuk mengedalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi dalam budidaya tanaman. Penggunaan fungisida dalam budidaya tanaman masuk kategori perlindungan tanaman. Kegiatan perlindungan tanaman meliputi tindakan pencegahan, pemberantasan dan pengobatan (Budiyanto, 2018). Perlindungan penyakit pokahbung pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan cara tindakan pencegahan. Menurut Pratiwi *et al.*, (2013), pencegahan penyakit pokahbung saat ini masih

terbatas pada pengendalian secara kimia. Pengendalian secara kimia dilakukan dengan perendaman bibit tebu pada larutan fungisida.

Pemakaian fungisida kimia secara berlebihan dan diaplikasikan terus-menerus dapat menimbulkan ketahanan pada patogen tanaman. Selain itu, terbunuhnya mikroba bukan sasaran dan munculnya patogen sekunder yang lebih berbahaya, menambah biaya produksi karena semakin mahalnya harga bahan kimia. Pemakaian fungisida kimia menyebabkan polusi lingkungan terutama air tanah dan tanah, memengaruhi kesehatan petani dan memengaruhi kesehatan konsumen yang mengonsumsi produk pertanian tercemar bahan kimia tersebut (Budiyanto *et al.*, 2015).

Penggunaan fungisida kimia dapat menambah residu pada makanan yang dikonsumsi makhluk hidup. Untuk itu, alternatif lain dalam mengurangi penggunaan fungisida kimia adalah dengan menggunakan fungisida nabati berbahan dari tanaman obat yang mengandung metabolit sekunder. Menurut Rahmi (2017), fungisida nabati adalah fungisida yang terbuat dari bahan-bahan alami yang banyak tersedia di alam.

Fungisida nabati relatif lebih aman digunakan karena tidak mengandung bahan kimia berbahaya. Selain itu, degradasi atau penguraian yang cepat oleh matahari sehingga mudah terurai menjadi bahan yang tidak berbahaya, tidak meracuni dan merusak tanaman dan mudah dibuat oleh petani. Namun, kekurangan dari fungisida nabati adalah cepat terurai dan daya kerjanya relatif lambat sehingga aplikasinya harus lebih sering, daya racunnya rendah,

produksinya belum bisa dilakukan dalam skala besar karena keterbatasan bahan baku, kurang praktis dan tidak tahan di simpan (Rahmi, 2007).

Penggunaan fungisida nabati dari sisi ekonomi organik memberikan nilai tambah pada produk yang dihasilkan. Produk pangan non-fungisida harganya lebih baik dibanding produk konvensional. Selain itu, pembuatan fungisida organik bisa dilakukan sendiri oleh petani sehingga menghemat pengeluaran biaya produksi (Astuti & Widyastuti, 2016). Pendapatan pertanian organik lebih tinggi bila dibandingkan dengan pertanian anorganik sebab biaya yang dikeluarkan untuk pembelian fungisida lebih rendah. Penyebabnya fungisida yang digunakan dalam usaha tani murah dan mudah dibuat secara mandiri.

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi senyawa tumbuhan adalah proses pemisahan bahan asal tumbuhan, dengan cara rebusan, seduhan, maserasi, perkolasi atau dengan cara lain sesuai dengan kegunaan bahan tersebut (Hadi, 2017). Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan senyawa kimia tanaman ataupun hewan yang akan diisolasi. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat dari Mukhriani (2014) ada beberapa target dari ekstraksi yaitu senyawa bioaktif yang tidak diketahui, senyawa yang diketahui ada pada suatu organisme dan sekelompok senyawa dalam suatu organisme yang berhubungan secara struktural.

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi biji *Nigella sativa* L. menggunakan metode ekstraksi maserasi dengan acuan penelitian dari Al-askar & Rashad (2010) yaitu biji *Nigella sativa* L. yang sudah digiling halus direndam dalam pelarut ethanol selama 3 x 24 jam. Kemudian ekstrak disaring menggunakan kertas saring.

Filtrat yang didapatkan kemudian didistilasi untuk menguapkan ethanol sehingga didapatkan ekstrak kental yang sudah tidak mengandung pelarut ethanol. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Afrianti *et al.*, (2017) menggunakan metode ekstraksi maserasi karena pelaksanaannya sederhana dan menghindari kemungkinan terjadinya penguraian zat aktif di dalam sampel akibat pengaruh suhu.

Maserasi serbuk tanaman yaitu cara yang dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar (Mukhriani, 2014). Menurut Pratiwi *et al.*, (2013), prinsip metode maserasi adalah terjadinya proses difusi larutan penyari ke dalam sel tumbuhan yang mengandung senyawa aktif. Difusi mengakibatkan tekanan osmosis dalam sel menjadi berbeda dengan keadaan di luar sel. Sehingga senyawa yang memiliki kepolaran yang sama dengan pelarut kemudian terdesak keluar karena adanya perbedaan tekanan osmosis di dalam sel dan di luar sel.

Pada penelitian diberi perlakuan berbagai konsentrasi dengan maksud untuk mengetahui konsentrasi ekstrak biji *Nigella sativa* L. yang memiliki pengaruh terbaik dalam zona hambat kapang *Fusarium moniliforme* S. pada penyakit pokahbung tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) secara *in vitro*. Penentuan perlakuan menggunakan acuan penelitian dari Al-askar & Rashad (2010) dengan menggunakan konsentrasi 0,5%, 1%, 2%, 3% dan 4%. Dari hasil uji secara *in vitro* aktivitas ekstrak biji *Nigella sativa* L. tersebut semua konsentrasi menunjukkan aktivitas dalam menghambat pertumbuhan kapang, namun zona hambat tertinggi pada konsentrasi 4%. Hasil tertinggi dengan

konsentrasi 4% tersebut, peneliti jadikan sebagai acuan pada penelitian ini. Namun dalam penelitian dengan menggunakan konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8% ekstrak biji jintan hitam tidak mempengaruhi zona hambat kapang *Fusarium moniliforme* S. sehingga peneliti menggunakan acuan penelitian dari Dharma & Subaryanti (2015) dengan konsentrasi 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Dari hasil uji secara *in vitro* aktivitas ekstrak biji *Nigella sativa* L. tersebut konsentrasi optimum dalam menghambat kapang adalah konsentrasi 50%. Hasil konsentrasi optimum 50% tersebut peneliti jadikan sebagai acuan pada penelitian ini, sehingga didapatkan konsentrasi 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% ekstrak biji jintan hitam sebagai konsentrasi perlakuan.

2.6 Pelarut

Pelarut adalah suatu zat cair untuk melarutkan zat lain yang dapat berupa padat atau cair yang menghasilkan sebuah larutan dalam preparat larutan (Ansel, 2005). Berkaitan dengan polaritas dari pelarut, terdapat tiga golongan pelarut yaitu pelarut polar yaitu pelarut yang dapat mengekstraksi senyawa-senyawa polar dari tanaman. Pelarut semipolar yaitu pelarut yang dapat mengekstraksi senyawa-senyawa semipolar dari tanaman. Pelarut nonpolar yaitu pelarut untuk mengekstrak senyawa-senyawa yang sama sekali tidak larut dalam pelarut polar. Senyawa ini baik untuk mengekstrak berbagai jenis minyak (Sudarmadji, 1989).

Secara umum, hasil proses ekstraksi dan komponen-komponen yang terekstrak sangat dipengaruhi oleh sifat bahan dan sifat pelarutnya. Pada penelitian ini menggunakan pelarut ethanol karena berkaitan dengan aktivitas antifungi metabolit sekunder seperti kandungan *thymoquinone* dari *Nigella sativa*

L. dapat diekstrak menggunakan pelarut polar. Menurut Harbone (1987), pelarut ethanol bersifat polar mampu mengekstrak senyawa metabolit sekunder yaitu, alkaloid, *thymoquinone*, *nigellone*, *steroid*, *saponin*, komponen fenolik, karotenoid, tanin, gula, asam amino dan glikosida.

Menurut Susanti *et al.*, (2012) ethanol sering digunakan sebagai pelarut dalam laboratorium karena mempunyai kelarutan yang relatif tinggi dan bersifat inert sehingga tidak bereaksi dengan komponen lainnya. Ethanol memiliki titik didih yang rendah sehingga memudahkan pemisahan minyak dari pelarutnya dalam proses distilasi. Selain itu, gugus OH dalam etanol membantu melarutkan molekul polar dan ion-ion dan gugus alkilnya CH_3CH_2- dapat mengikat bahan non-polar. Dengan demikian etanol dapat melarutkan baik non maupun polar (Aziz, K N, & Fresca, 2009).

2.7 Sumber Belajar Biologi

2.7.1 Definisi Sumber Belajar

Sumber belajar adalah segala sesuatu atau daya yang dapat dimanfaatkan oleh tenaga pengajar dan peserta didik, baik secara terpisah maupun dalam bentuk gabungan untuk kepentingan kegiatan pembelajaran dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, mudah dan menyenangkan untuk kelangsungan pembelajaran (Supriadi, 2015). Sumber belajar adalah segala sumber daya yang diperlukan dalam proses pembelajaran, meliputi materi pelajaran, manusia, alat, teknik, dan lingkungan yang dapat digunakan untuk

mendukung efektifitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pembelajaran (Musfiqon, 2012).

2.7.2 Syarat-syarat Sumber Belajar

Menurut (Munajah & Susilo, 2015), uraian syarat-syarat sumber belajar adalah sebagai berikut:

1. Kejelasan potensi, adanya suatu objek dan gejalanya yang dapat diangkat sebagai sumber belajar terhadap permasalahan biologi berdasarkan konsep kurikulum.
2. Kesesuaian dengan tujuan, hasil penelitian sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum berdasarkan Kurikulum 2013.
3. Kejelasan sasaran adalah objek dan subjek penelitian dan subjek penelitian.
4. Kejelasan informasi yang dapat diungkap, dilihat dari dua aspek yaitu proses dan produk yang disesuaikan dengan kurikulum.
5. Kejelasan pedoman eksplorasi, dengan adanya prosedur kerja dalam penelitian meliputi penentuan sampel penelitian, alat, bahan, cara kerja, pengolahan data dan penarikan kesimpulan.
6. Kejelasan perolehan yang diharapkan, adanya kejelasan hasil berupa proses dan produk penelitian dapat digunakan sebagai sumber belajar.

2.7.3 Kriteria Pemilihan Sumber Belajar

Menurut Abdullah (2012), kriteria pemilihan sumber belajar yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Harus sesuai dengan tujuan pembelajaran.

2. Ketersediaan sumber setempat, artinya apabila sumber belajar yang bersangkutan tidak terletak pada sumber-sumber yang ada maka sebaiknya dibeli atau dirancang sendiri.
3. Tersedianya tenaga, dana, dan fasilitas yang cukup untuk mengadakan sumber belajar.
4. Faktor yang bersangkutan dalam jangka waktu yang relatif lama diantaranya keluwesan, kepraktisan dan ketahanan sumber belajar.
5. Efektifitas biaya dalam jangka waktu yang relatif lama.

2.7.4 Buku Panduan Praktikum

Menurut Prayitno (2017), panduan praktikum adalah fasilitas yang diberikan oleh guru agar siswa dapat belajar dan berkerja secara berkelanjutan dan terarah berupa buku yang memuat topik praktikum, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur praktikum, lembar hasil pengamatan serta soal-soal evaluasi yang dibuat berdasarkan tujuan praktikum.

2.7.5 Cara Pembuatan Buku Panduan Praktikum

Menurut Noor (2015), panduan umum pembuatan buku panduan praktikum sebagai berikut:

1. Buku panduan praktikum merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik.
2. Panduan praktikum minimal memuat tujuan pembelajaran, materi/substansi belajar, dan evaluasi.

3. Panduan praktikum berfungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing.
4. Format panduan praktikum disusun pada ukuran kertas A4s, huruf Times New Roman 12, spasi 1.5, jilid langsung/soft cover putih.

2.7.6 Instrumen Penilaian Buku Panduan Praktikum

Instrumen dalam bidang penelitian diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel-variabel penelitian untuk kebutuhan penelitian, sedangkan dalam bidang pendidikan instrumen digunakan untuk mengukur prestasi belajar siswa, faktor-faktor yang diduga memiliki hubungan terhadap proses belajar mengajar guru, dan keberhasilan pencapaian suatu program tertentu (Djaali, 2007).

Cara untuk mengetahui kelayakan buku panduan praktikum sebagai sumber belajar khususnya pada materi "*Jamur, Ciri dan Karakteristik, serta Peranannya dalam Kehidupan*" maka dilakukan validasi buku panduan praktikum menggunakan instrumen berupa lembar validasi. Sebelum memvalidasi buku panduan praktikum, dilakukan validasi instrumen untuk mengetahui kelayakan dan kriteria-kriteria penilaian buku panduan praktikum. Validasi instrumen dilakukan melalui dua dosen penguji Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Malang yaitu dosen pertama sebagai penguji kelayakan materi dan dosen kedua sebagai penguji kelayakan media pembelajaran. Hasil validasi yang didapat menunjukkan bahwa instrumen validasi yang digunakan untuk memvalidasi buku panduan praktikum layak digunakan.

Tabel 2.1 Analisis validasi sumber belajar biologi (buku panduan praktikum) dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Aspek Penilaian	Skor Validator	Kategori	Penilaian Umum
I	Komponen Kelayakan Isi			
A	Komponen Materi			
B	Komponen Alat dan bahan Praktikum			
Rerata Skor Komponen Kelayakan Isi				
II	Komponen Kebahasaan			
A	Sesuai dengan Tingkat Perkembangan Peserta Didik			
B	Komunikatif			
C	Dialogis dan Interaktif			
D	Lugas			
E	Koheren dan Keruntutan Alur Pikir			
F	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia			
G	Penggunaan Istilah			
Rerata Skor Komponen Kebahasaan				
III	Komponen Penyajian			
A	Teknik penyajian			
B	Pendukung penyajian materi			
C	Penyajian pembelajaran			
Rerata Skor Komponen Penyajian				

(Sumber: Wahyuni,S., 2013)

2.8 Keterkaitan Penelitian dengan Materi Jamur, Ciri dan Karakteristik, serta Peranannya dalam Kehidupan

Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar bagian dari materi praktikum BAB “*Jamur, Ciri dan Karakteristik, serta Peranannya dalam Kehidupan*”, untuk kelas X SMA berupa petunjuk praktikum. Subjek penelitian ini adalah Kompetensi Dasar (KD) 4.6 yaitu “Menyajikan data hasil pengamatan ciri-ciri dan peran jamur dalam kehidupan dan lingkungan dalam

bentuk laporan tertulis” dengan hasil penelitian terkait dengan ciri dari dan peranan kapang yaitu *Fusarium moniliforme* S.

2.9 Pemanfaatan Buku Panduan Praktikum dalam Pembelajaran Jamur (Fungi)

Dalam silabus SMA/MA kelas X Semester I pada Kurikulum 2013 terdapat materi pokok mengenai “Jamur (Fungi)”. Materi tersebut terdapat pada Kompetensi Dasar (KD) 4.6 “Menyajikan data hasil pengamatan ciri-ciri dan peran jamur dalam kehidupan dan lingkungan dalam bentuk laporan tertulis”. Hal tersebut berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, karena mengenai peranan kapang dalam kehidupan yang tergolong merugikan. Sehingga dipilih salah satu sumber belajar berbentuk buku panduan praktikum yang nantinya akan digunakan sebagai bahan ajar siswa SMA/MA kelas X pada mata pelajaran biologi. Buku panduan praktikum digunakan dalam bentuk hasil pemanfaatan dari penelitian ini berisikan penjelasan yang sistematis, jelas dan efisien tentang materi “Jamur (Fungi)” yang akan digunakan dalam buku panduan praktikum berdasarkan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) pada kurikulum 2013, sehingga materi pembelajaran pada saat kegiatan praktikum di laboratorium akan menjadi jelas dan mudah dipahami.

2.10 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Guna menghubungkan atau menjelaskan tentang suatu topik yang akan dibahas.

Kerangka ini didapatkan dari konsep ilmu atau teori yang dipakai sebagai landasan penelitian yang didapatkan pada tinjauan pustaka yang dihubungkan dengan garis sesuai variabel yang diteliti (Notoatmodjo, 2005).

Kerangka konseptual penelitian ini adalah *Fusarium moniliforme* S. merupakan kapang yang menyebabkan penyakit pokahbung pada tanaman tebu (Departemen Pertanian, 1983). Penyakit pokahbung merupakan penyakit yang penting tanaman tebu dimana dapat menimbulkan layu dan kematian pada tanaman. *Fusarium moniliforme* S. dapat memproduksi enzim *pectin metal esterase*, *poligalakturonase* dan enzim penghancur yang dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel dan menyebabkan gangguan pertumbuhan (Yunus, 2000). Pengendalian kapang saat ini masih menggunakan fungisida kimia yang menimbulkan dampak kurang baik bagi lingkungan sekitar dan makhluk hidup. Peneliti menggunakan alternatif fungisida nabati dari tanaman obat biji jintan hitam (*Nigella sativa* L.) sebagai pengganti fungisida kimia.

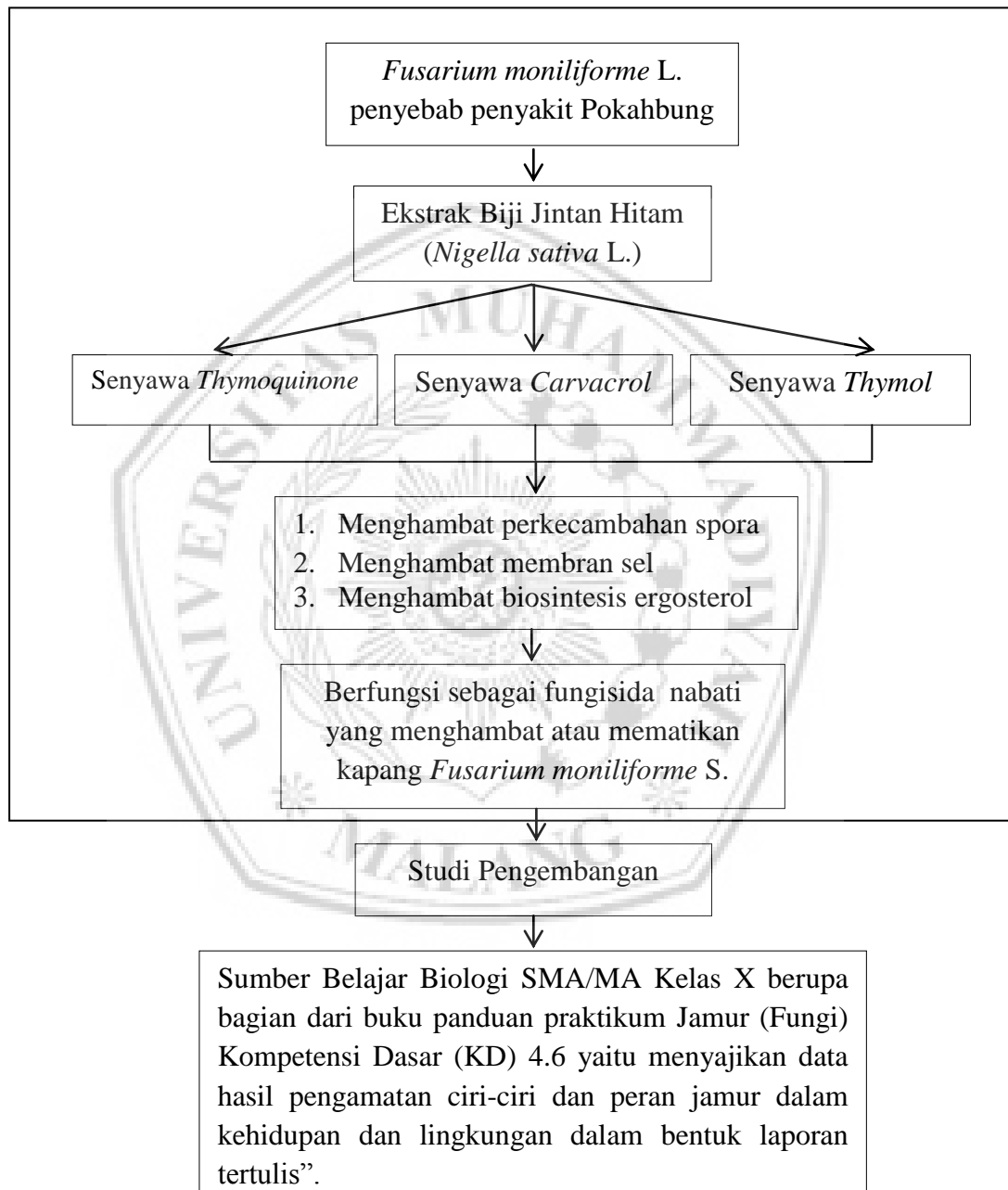
Biji *Nigella sativa* L. mengandung metabolit sekunder diantaranya yaitu *thymoquinone* (30%-48%), *thymohydroquinone*, *dithymoquinone*, *p-cymene* (7%-15%), *carvacrol* (6%-12%), *4-terpineol* (2%-7%), *t-anethol* (1%-4%), *sesquiterpene longifolene* (1%-8%) *α -pinene* dan alkaloid (Sultana *et al.*, 2015). Dari beberapa literatur yang didapat komponen kandungan kimia ekstrak biji *N. sativa* L. yang memiliki efek antifungi adalah *thymoquinone*, *carvacrol*, dan *tymol*.

Mekanisme penghambatan oleh *thymoquinone* adalah dengan menghambat perkecambahan konidia (Al Jabre *et al.*, 2009). Mekanisme penghambatan oleh

carvacrol adalah melalui penghambatan membran sel dan penghambatan perkecambahan dari konidia. Mekanisme penghambatan oleh *tymol* melalui penghambatan biosintesis ergosterol (komponen dari dinding sel) (Pinto *et al.*, 2006). Dari kandungan metabolit sekunder diatas diharapkan fungisida nabati berbahan tanaman obat biji *Nigella sativa* L. dapat berfungsi sebagai fungisida *Fusarium moniliforme* S. penyakit pokahbung tanaman tebu.



Berikut kerangka konsep ekstrak biji jintan hitam (*Nigella sativa* L.) terhadap diameter zona hambat kapang *Fusarium moniliforme* S. akan dijelaskan melalui gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Konseptual

2.11 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan studi pustaka di atas, maka hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan efektivitas pemberian ekstrak biji jintan hitam (*Nigella sativa* L.) dari berbagai konsentrasi terhadap zona hambat kapang *Fusarium moniliforme* S. pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.)

